



DEUTSCHES  
PATENTAMT

②1 Aktenzeichen: P 39 30 945.2  
②2 Anmeldetag: 15. 9. 89  
④3 Offenlegungstag: 28. 3. 91

DE 3930945 A1

⑦1 Anmelder:  
Siemens AG, 1000 Berlin und 8000 München, DE

⑦2 Erfinder:  
Weber, Robert, 8525 Uttenreuth, DE

⑤4 Verfahren und Vorrichtung zur Fernbedienung eines Werkzeuges

In einer nicht oder nur bedingt begehbaren Zelle (1) sind ein fernsteuerbarer Manipulator (10) zum Greifen, Haltern und Transportieren eines Werkzeuges (2) von einer Ausgangsposition in eine Arbeitsposition, eine Steuereinrichtung (19) für den Manipulator (10) und eine Steuereinrichtung (8) für das Werkzeug (2) untergebracht. Das Werkzeug wird durch eine Schleuse (24) in die Zelle (1) eingebracht. Mittels des Manipulators (10) wird eine elektrische Verbindung des Werkzeuges (2) über die Steuereinrichtung (8) des Werkzeuges mit elektrischen Leitungspolen einer Energieversorgungsquelle hergestellt. Dann wird das Werkzeug (2) vom Manipulator (10) aufgenommen und in eine gewünschte Arbeitsposition gebracht. Durch drahtlose Fernsteuerung von einem Steuerpult (3) außerhalb der Zelle wird das Werkzeug (2) über die Steuereinrichtung (7) aktiviert und gesteuert. Für die drahtlose Übertragung von Steuerbefehlen vom Steuerpult (3) zu den Steuereinrichtungen (8, 19) und von Rückmeldungen von den Steuereinrichtungen (8, 19) zum Steuerpult (3) sind den Steuereinrichtungen (8, 19) und dem Steuerpult (3) Sende- und Empfangssysteme (5, 7, 21) zugeordnet.

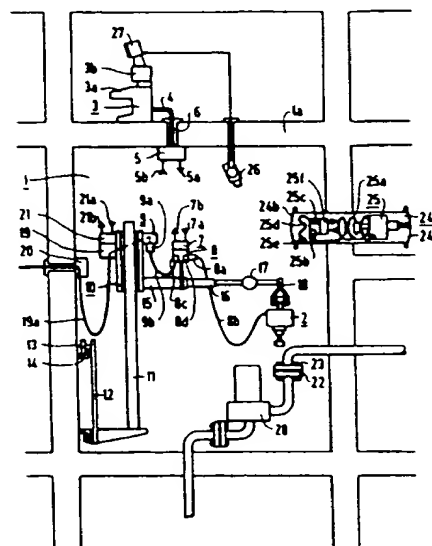


FIG 1

DE 3930945 A1

## Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Fernbedienung eines Werkzeugs in einer nicht oder nur bedingt begehbaren Zelle.

In chemischen Anlagen, Kernkraftwerken oder Kernaufbereitungsanlagen gibt es für Personen nicht zugängliche Räume, in denen Arbeiten durchgeführt werden müssen, die nicht unmittelbar von Personen vorgenommen werden können. Es werden daher Werkzeuge eingesetzt, welche über Energieversorgungsleitungen und Steuerleitungen mit einem außerhalb der abgeschlossenen Zelle angeordneten Steuerpult verbunden sind. Dabei muß eine große Anzahl von beweglichen und festen elektrischen Leitungen in der abgeschlossenen Zelle vorgesehen werden. Diese Leitungen sind empfindlich gegen die dort herrschenden Bedingungen wie aggressive Dämpfe oder radioaktive Strahlungen. Bei Zellen mit hoher Radioaktivität und toxischen Gasen ist eine größere Anzahl von gassicheren und strahlungssicheren Wanddurchführungen erforderlich und es müssen viele festverlegte und bewegliche elektrische Leitungen in der Zelle angeordnet werden. Die Anzahl der Wanddurchführungen oder der notwendigen elektrischen Leitungen wird besonders groß, wenn in der Zelle mehrere Komponenten zu bearbeiten sind.

Durch die Erfindung soll die Aufgabe gelöst werden, ein Verfahren und eine Vorrichtung anzugeben, bei der die Probleme, welche durch die große Anzahl von Wanddurchführungen, sowie durch die festverlegten und beweglichen elektrischen Leitungen gegeben sind, vermindert werden können.

Gemäß der Erfindung wird diese Aufgabe gelöst durch ein Verfahren zur Fernbedienung eines Werkzeugs in einer nicht oder nur bedingt begehbaren Zelle, in der mindestens ein fernsteuerbarer Manipulator zum Greifen, Haltern und Transportieren des Werkzeugs von einer Ausgangsposition in eine Arbeitsposition, eine Steuereinrichtung für den Manipulator und eine Steuereinrichtung für das Werkzeug untergebracht sind, wobei das Werkzeug durch eine Schleuse in die Zelle eingebracht wird, mittels des Manipulators eine elektrische Verbindung des Werkzeugs über die Steuereinrichtung des Werkzeugs mit elektrischen Leitungspolen einer Energieversorgungsquelle hergestellt wird, das Werkzeug vom Manipulator aufgenommen und in eine gewünschte Arbeitsposition gebracht wird, das Werkzeug durch drahtlose Fernsteuerung über die Steuereinrichtung aktiviert und gesteuert wird und nach Beendigung des Arbeitsvorganges durch den Manipulator zur Ausgangsposition zurückgebracht wird.

Bei einer Anordnung zur Fernbedienung eines Werkzeugs in einer nicht oder nur bedingt begehbaren Zelle ist gemäß der Erfindung außerhalb der Zelle ein Steuerpult angeordnet, das mit einem ortsfesten Sende-Empfangs-System in der Zelle über elektrische Leitungen verbunden ist, wobei in der Zelle mindestens ein Manipulator zum Greifen, Haltern und Transportieren des Werkzeugs von einer Ausgangsposition in eine Arbeitsposition, eine Steuereinrichtung für den Manipulator sowie eine Steuereinrichtung für das Werkzeug und außerdem den Steuereinrichtungen zugeordnete Sende- und Empfangssysteme und ein dem Steuerpult zugeordnetes Sende- und Empfangssystem für die drahtlose Übertragung von Steuerbefehlen vom Steuerpult zu den Steuereinrichtungen sowie von Rückmeldungen von den Steuereinrichtungen zum Steuerpult vorgesehen sind.

Auf diese Weise entfallen mit Ausnahme der Leitungspole der Energieversorgungsquelle die zahlreichen elektrischen Leiter, die bei einer drahtgebundenen Steuerung zum Betreiben des Werkzeuges und Manipulators erforderlich wären. Somit ist nur mehr eine Wanddurchführung für die Versorgung des Manipulators und des Werkzeuges und eventuell eine zweite Durchführung für das ortsfeste Sende- und Empfangssystem in der Zelle notwendig. Diese Wanddurchführung enthält nur wenige elektrische Leitungen, so daß diese einfach abzuschirmen bzw. abzudichten ist. Darüber hinaus wird die Verlegung und Beschaltung der elektrischen Energieversorgung erheblich vereinfacht. Es gibt außer den Leitungen zu dem ortsfesten Sende- und Empfangssystem für die drahtlose Fernsteuerung und den Leitungen für die elektrische Energieversorgung keine festverlegten elektrischen Leitungen in der Zelle, die im Schadensfall nur mit großem Aufwand, z.B. unter Strahlenbelastung, ausgewechselt werden könnten.

Das System bietet auch eine große Flexibilität, da bei Umstellungsprozessen nur die Steuereinrichtung betroffen ist, die fernbedient ausgewechselt werden kann. Da die Sende- und Empfangssystem innerhalb der Zelle nur aus robusten Teilen besteht, z.B. aus einer oder mehreren metallischen Antennen, die mit strahlungsresistenten Isolierstoffen ausgerüstet sind, ist eine große Betriebssicherheit und hohe Lebensdauer gegeben. Die etwas empfindlicheren Steuergeräte werden im Gehäuse der Steuereinrichtung untergebracht, welche fernbedient ausgetauscht werden kann.

Die Steuereinrichtung für das Werkzeug kann an diesem selbst angeordnet und über ein Energieversorgungskabel mittels eines Steckers an eine Steckvorrichtung einer Energieversorgungsquelle angeschlossen sein. Dadurch entfallen zwar zahlreiche lange, flexible Steuerleitungen von der Steuereinrichtung zum Werkzeug.

Es ist jedoch zweckmäßig, die Steuereinrichtung getrennt vom Werkzeug in der Zelle, insbesondere am Manipulator, anzuordnen und das Werkzeug über einen Energieversorgungs- und Steuerleitungen enthaltenden Kabelstrang und mittels eines Steckers mit dem Ausgang der Steuereinrichtung für das Werkzeug zu verbinden.

Dabei ist es vorteilhaft, wenn der Energieversorgungseingang der Steuereinrichtung mit einer Steckvorrichtung der Energieversorgungsquelle verbunden ist. Dadurch wird erreicht, daß die Steuereinrichtung, die am Trägersystem des Manipulators angeordnet sein kann und dort mit Steckern an die elektrischen Leitungspole der Energieversorgungsquelle angeschlossen ist, nicht immer mit dem Werkzeug ausgebaut werden muß.

Meist folgen dem Einsatz eines Werkzeugs entsprechend den Arbeitsvorgängen ein oder mehrere Werkzeuge nach. Es ist daher günstig, die Steuereinrichtung so auszubilden, daß unterschiedliche Werkzeuge steuerbar sind. Durch die universell ausgestaltete Steuereinrichtung wird ein sehr schneller Werkzeugwechsel ermöglicht, so daß die Einsatzzeiten und damit die Betriebskosten gesenkt werden können.

Das drahtlose Sende- und Empfangssystem kann zur Übertragung von Funksignalen ausgebildet sein.

Es ist aber auch möglich, das drahtlose Sende- und Empfangssystem zur Übertragung von Schallwellen oder Lichtwellen, insbesondere im Infrarotbereich, auszubilden.

In der Zeichnung sind zwei Ausführungsbeispiele der

Erfindung dargestellt. Darin zeigt:

Fig. 1 einen Vertikalschnitt durch eine nicht begehbare Zelle, in der reparaturbedingte Arbeiten durchgeführt werden und ein Werkzeug mit getrennter Steuereinrichtung vorgesehen ist und

Fig. 2 einen Vertikalschnitt durch eine Zelle mit einer Steuereinrichtung, die am Werkzeug befestigt ist.

In Fig. 1 ist zur Ausführung von Arbeiten in einer Zelle 1, die wegen giftiger Gase oder radioaktiver Strahlungen von Personen nicht oder nur bedingt betretbar ist, ein fernbedienbares Werkzeug 2 angeordnet. Dieses Werkzeug 2, das z.B. ein Schraubwerkzeug ist, wird von einem außerhalb der Zelle befindlichen Steuerpult 3 aus gesteuert, das mit einer Eingabeeinrichtung 3a und einer Rückmeldeeinrichtung 3b ausgestattet ist. In der Eingabeeinrichtung 3a werden durch Betätigen einer Tastatur Steuersignale gebildet, die eventuell nach Modulation über Steuerleitungen 4 an ein ortsfestes Sende-Empfangssystem 5 in der Zelle 1 weitergegeben werden. Die Steuerleitungen 4 sind über eine gasdichte Wanddurchführung 6 durch die Decke 1a der Zelle 1 durchgeführt. Das Sende-Empfangssystem 5 hat eine Sendeantenne 5a und eine Empfangsantenne 5b und ist zur Übertragung von Steuerbefehlen an ein ebenfalls in der Zelle 1 ortsfest angeordnetes, einer Steuereinrichtung 8 zugeordnetes Empfangs- und Sendesystem 7 über Funk (elektromagnetische Wellen im Bereich von Megahertz bis zu einigen Gigahertz), Schallwellen oder Lichtwellen, insbesondere im Infrarotbereich, ausgebildet. Das Sende- und Empfangssystem 7 hat eine Empfangsantenne 7a und eine Sendeantenne 7b. Die über die Sendeantenne 5a des Sendesystems ausgestrahlten Steuerbefehle werden mittels der Empfangsantenne 7a des Sende- und Empfangssystems 7 empfangen und steuern nach einem eventuellen Modulationsverfahren über die Steuereinrichtung 8 und die zu einem Kabelstrang 8b zusammengefaßten Adern, die dem Werkzeug 2 zugeführte elektrische Energie.

Vom Werkzeug 2 aus erfolgen dann wichtige Rückmeldungen nach einem ähnlichen Verfahren über die Sendeantenne 7b des Sende-Empfangssystems 7 und die Empfangsantenne 5b nach außen zum Steuerpult 3.

Die Steuereinrichtung 8 ist mittels einer Leitung 9b und eines Steckers 9a an eine Steckvorrichtung 9 einer elektrischen Energieversorgungsquelle angeschlossen. Über die Steckvorrichtung 9 wird nach Einstecken des Steckers 9a elektrische Energie dem Energieversorgungs- und Steuerleitungseingang 8c der Steuereinrichtung 8 zugeführt. Über die in einem Kabelstrang 8b zusammengefaßten Energieversorgungs- und Steuerleitungen wird gesteuerte elektrische Energie an das Werkzeug geführt. Der Kabelstrang 8b ist durch einen Stecker 8a mit dem Ausgang 8d der Steuereinrichtung 8 verbunden. In der Steuereinrichtung 8 sind Mittel vorgesehen, die gegebenenfalls eine Reduzierung der Versorgungsspannung, z.B. zum Versorgen eines Hydraulikpumpenantriebes, von Verteiler- und Absperrventilen, von Elektromotoren, von Meldegeräten und der Steuer-, Empfangs- und Rückmeldeelektronik, vornehmen.

Die Steuereinrichtung 8 ist in einem gasdichten Gehäuse angeordnet. Im vorliegenden Fall ist sie am Ausleger 15 abnehmbar gehalten.

Das Werkzeug 2 wird in der Zelle 1 von einem Manipulator 10 gehandhabt. Wesentliche Bestandteile dieses Manipulators 10 ist eine senkrechte Tragsäule 11 mit einem längsbeweglichen Fahrschemel 12, der über angetriebene Räder 13 an Längsschienen 14 geführt ist. An der Tragsäule 11 ist eine Ausleger 15 vertikal beweglich

angeordnet. Dieser Ausleger 15 hat einen teleskopartig ausfahrbaren Arm 16, der an seinem Ende ein Drehgelenk 17 mit einem zangenartigen Greifmechanismus 18 trägt. Die elektrische Energie für den Manipulator 10 und die zugehörige Steuereinrichtung 19 wird über elektrische Kabel 19a, z.B. von einer an einer Wand der Zelle angeordneten Verteilerdose 20 bereitgestellt. Die einzelnen Antriebe des Manipulators 10 sind in bekannter Weise ausgebildet und in der Zeichnung daher nicht näher dargestellt.

Der Manipulator 10 wird vom Steuerpult 3 aus über das ortsfeste Sende-Empfangssystem 5 und ein am Manipulator angeordnetes Sende-Empfangssystem 21 wie folgt gesteuert:

Zuerst nimmt der Manipulator 10 mit seinem Greifmechanismus 18 die z.B. in einer Schleuse 24 bereitgestellte Steuereinrichtung 8 auf und befestigt diese am Manipulator 10. Dann wird mittels des Manipulators 10 der Stecker 9a für die Energieversorgungsleitung 9b in die Steckvorrichtung 9 eingesteckt. Hierauf wird vom Manipulator 10 das Werkzeug 2 aufgenommen. Der Kabelstrang 8b zwischen der Steuereinrichtung 8 und dem Werkzeug 2 ist so lang ausgebildet und so geführt, daß die freie Beweglichkeit des Werkzeuges 2 nicht eingeschränkt wird. Bei langen Kabelsträngen ist die Verwendung eines Kabelwickelgerätes zweckmäßig.

Der Steuereinrichtung 19 des Manipulators 10 ist ein Sende-Empfangssystem 21 zugeordnet, die eine Empfangsantenne 21a und eine Sendeantenne 21b hat. Durch entsprechende Steuerung des Manipulators 10 wird das Werkzeug 2 an die zu bearbeitende Komponente, im vorliegenden Fall an einen Flansch 22 einer Rohrverbindung, die zu einer Pumpe 18 führt, so herangebracht, daß dessen Schraubelemente 23 bedient werden können.

Zur Ausführung anderer Arbeiten kann der Manipulator 10 ein in der Schleuse 24 bereitgestelltes Werkzeug 25, z.B. eine Bohrmaschine mit Kabel 25a und Stecker 25b aufnehmen. Diesem Werkzeug 25 ist in der Figur eine eigene Steuereinrichtung 25c zugeordnet, die ein Anschlußkabel 25d und einen Stecker 25e hat. Die Steuereinrichtung 25c besitzt ferner ein Sende-Empfangssystem 25f. Die Schleuse 24 hat zwei Deckel 24a, 24b, die gasdicht verschraubbar sind. Unterschiedlichen Werkzeugen kann aber auch eine universell ausgebildete Steuereinrichtung 8 zugeordnet werden, die über alle oder eine Vielzahl von Werkzeugen gesteuert werden können.

Zur Unterstützung der auszuführenden Arbeiten ist es zweckmäßig, an einer günstigen Stelle in der Zelle 1 eine Fernsehkamera 26 anzuordnen, der im Steuerpult 3 ein Monitor 27 zugeordnet ist.

In Fig. 2 ist die Steuereinrichtung 8 nicht am Manipulator 10, sondern am Werkzeug 2 angeordnet. Dadurch kann ein langes vieladriges Steuerkabel entfallen. Es ist nur ein Energieversorgungskabel 29 mit wenigen Adern erforderlich. Dieses Kabel 29 ist mit der Steckvorrichtung 9 durch einen Stecker 29a verbunden.

Die Sende-Empfangsanordnungen 5, 7, 21 können über Funk betrieben werden.

Ein Betrieb der Sende- und Empfangsanordnungen 5, 7, 21 über Lichtwellen hat den Vorteil, daß er unempfindlich gegen Störungen von außen ist, insbesondere unempfindlich gegen elektrische und/oder magnetische Störfelder.

## Patentansprüche

---

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

---

1. Verfahren zur Fernbedienung eines Werkzeuges  
(2) in einer nicht oder nur bedingt begehbaren Zelle  
(1), in der mindestens ein fernsteuerbarer Manipu- 5  
lator (10) zum Greifen, Haltern und Transportieren  
des Werkzeuges (2) von einer Ausgangsposition in  
eine Arbeitsposition, eine Steuereinrichtung (19)  
für den Manipulator (10) und eine Steuereinrich- 10  
tung (8) für das Werkzeug (2) untergebracht sind,  
wobei das Werkzeug (2) durch eine Schleuse (24) in  
die Zelle (1) eingebracht wird, mittels des Manipu-  
lators (10) eine elektrische Verbindung des Werk-  
zeuges (2) über die Steuereinrichtung (8) des Werk- 15  
zeuges mit elektrischen Leitungspolen einer Ener-  
gieversorgungsquelle (9) hergestellt wird, das  
Werkzeug (2) vom Manipulator (10) aufgenommen  
und in eine gewünschte Arbeitsposition gebracht  
wird, das Werkzeug (2) und der Manipulator (10)  
durch drahtlose Fernsteuerung über die Steuerein- 20  
richtungen (7, 19) aktiviert und gesteuert werden  
und nach Beendigung des Arbeitsvorganges durch  
den Manipulator (10) zur Ausgangsposition zu-  
rückgebracht wird.
2. Anordnung zur Fernbedienung eines Werkzeu- 25  
ges (2) in einer nicht oder nur bedingt begehbaren  
Zelle (1), insbesondere zur Durchführung des Ver-  
fahrens nach Anspruch 1, bei der außerhalb der  
Zelle (1) ein Steuerpult (3) angeordnet ist, das mit  
einem ortsfesten Sende-Empfangs-System (5) in 30  
der Zelle (1) über elektrische Leitungen verbunden  
ist, und in der Zelle (1) mindestens ein Manipulator  
(10) zum Greifen, Haltern und Transportieren des  
Werkzeuges (2; 25) von einer Ausgangsposition in  
eine Arbeitsposition, eine Steuereinrichtung (19) 35  
für den Manipulator (10) sowie eine Steuereinrich-  
tung (8; 25c) für das Werkzeug (2; 25) und außer-  
dem den Steuereinrichtungen (8, 19) zugeordnete  
Sende- und Empfangssysteme (7, 21) und ein dem  
Steuerpult (3) zugeordnetes Sende- und Empfangs- 40  
system (5) für die drahtlose Übertragung von Steuer-  
befehlen vom Steuerpult (3) zu den Steuerein-  
richtungen (8, 19, 25c) sowie von Rückmeldungen  
von den Steuereinrichtungen (8, 19, 25c) zum Steuer-  
pult (3) vorgesehen sind. 45
3. Anordnung nach Anspruch 2, bei der die Steuer-  
einrichtung (8) an dem Werkzeug (2; 25) angeord-  
net und über ein Energieversorgungskabel (29) mit-  
tels eines Steckers (29a) an eine Steckvorrichtung  
(9) einer Energieversorgungsquelle angeschlossen 50  
ist.
4. Anordnung nach Anspruch 2, bei der die Steuer-  
einrichtung (8) getrennt vom Werkzeug (2; 25) in  
der Zelle (1), insbesondere am Manipulator (10),  
angeordnet und das Werkzeug (2; 25) über einen 55  
Energieversorgungs- und Steuerleitungen enthal-  
tenden Kabelstrang (8b) mittels eines Steckers (8a)  
mit dem Ausgang (8a) der Steuereinrichtung (8)  
verbunden ist.
5. Anordnung nach Anspruch 4, bei der der Ener- 60  
gieversorgungseingang (8c) der Steuereinrichtung  
(8) über ein Kabel (9b) und einen Stecker (9a) mit  
einer Steckvorrichtung (9) der Energieversor-  
gungsquelle verbunden ist.
6. Anordnung nach Anspruch 1, 2, 4 oder 5, bei der 65  
die Steuereinrichtung (8) für den Anschluß unter-  
schiedlicher Werkzeuge (2; 25) ausgebildet ist.

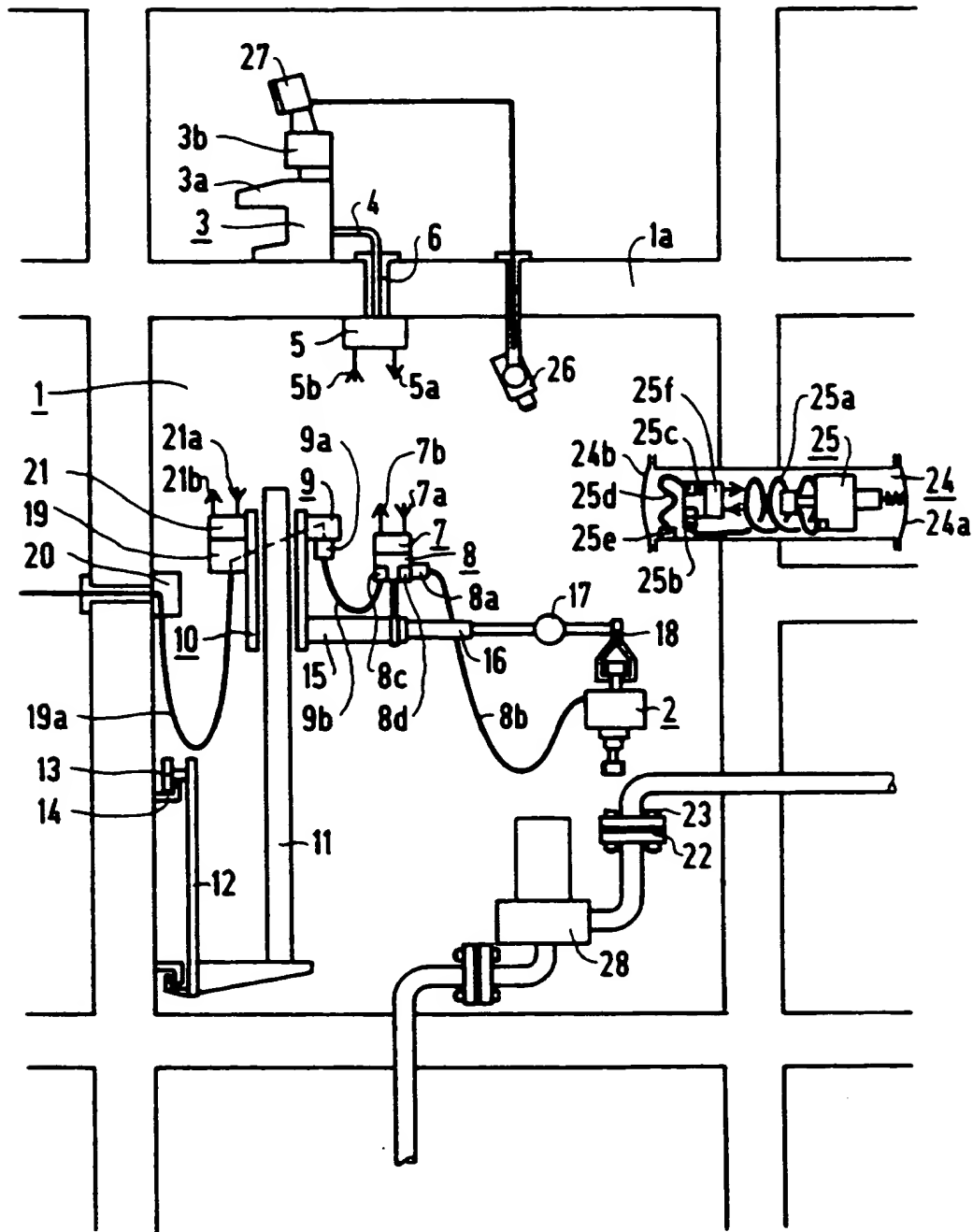


FIG 1

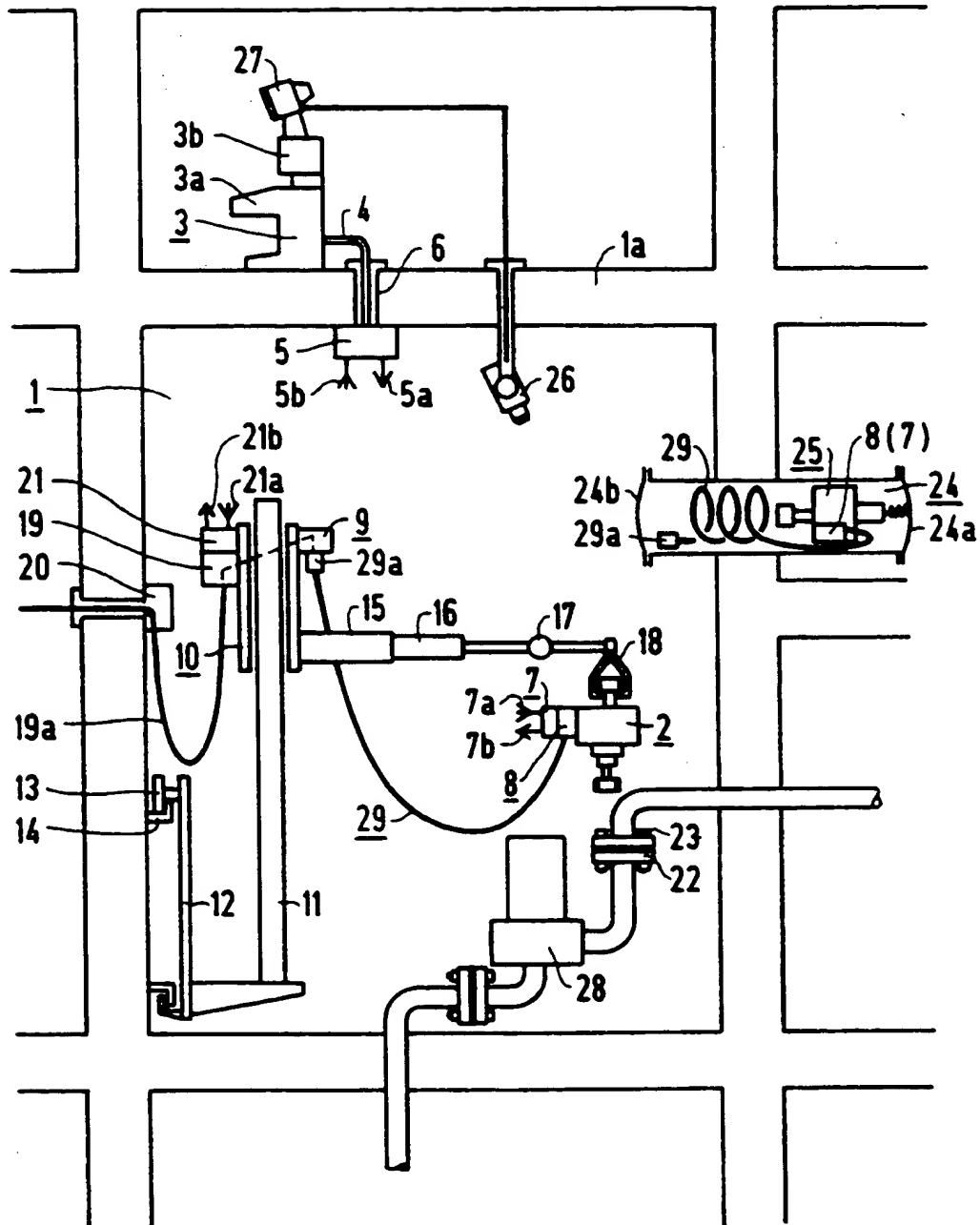


FIG 2